

IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle) 기술과 세라믹 소재

글 _ 이상국, 김세영, 홍기석, 서두원
한국에너지기술연구원

1. 서 론

유럽 및 일본 등의 주도로 이루어진 교토 기후 협약에 의거하여 전 세계적으로 지구 온난화를 유발하는 이산화탄소 배출 규제가 심화되어 국가별 이산화탄소 배출량 할당이 이루어지게 되며, 할당량 초과분에 해당하는 금액을 국가별로 지급하게 될 전망이다. 총 에너지의 97% 이상을 수입에 의존하고 있는 우리나라의 경우 세계 10위의 에너지 다소비국가로 에너지소비 증가는 여전히 최상위에 속하고 있는 반면, 소요에너지의 전량을 수입에 의존하고 있는 실정으로 에너지의 안정적 확보, 에너지 저소비형 경제·사회구축, 기후변화협약의 효율적 대응 등 국가적인 과제를 안고 있다. 따라서 우리나라의 경우에도 환경/자원 위기에 대응하기 위하여 저탄소 녹색성장 전략이 필요하게 되었으며 정부에서는 2009년부터 녹색성장 5개년 계획을 추진하고 있다.

석탄은 다른 화석연료와 비교하여 가채 매장량이 풍부하고(천연가스 및 석유의 가용 연한 40~50년, 석탄 200~400년 전망), 지역적으로 편차가 적어 가격변동이 크지 않아 발전용 연료로 수요가 계속 증가될 것으로 전망되고 있다. 그러나 석탄을 이용한 전력생산은 환경문제를 유발하는 SOx, NOx 및 CO₂ 등의 배출량이 타 발전원 보다 상대적으로 많다는 단점이 있다.

특히, 지난 2005년 2월 교토의정서가 발효됨에 따라 세계 온실가스배출량 9위인 우리나라도 교토의정서 2차 기간(2013~2017) 부터 CO₂ 감축의무 부담국에 포함될

가능성이 높아 국내 산업 중 CO₂ 발생이 많은 발전설비에서의 저감노력이 요구되고 있다. 이를 위해 우리나라 전체 발전량의 37%(2004년 기준)를 차지하고 있는 전력 발전사에서는 CO₂ 등의 온실가스 배출을 줄이기 위해 초임계 석탄화력 건설 등 발전효율 향상과 탈황, 탈질설비를 설치하고 있으나, 기존의 석탄 화력발전소는 탈황, 탈질 설비의 투자비와 운영비가 증대되고 열효율 향상과 배출량 저감에 한계를 가지고 있다.

IGCC 기술은 동일한 석탄을 사용하면서도 발전효율이 일반 화력발전보다 높고 환경오염물 배출이 크게 낮아 최근 차세대 석탄발전방식으로 부각되고 있으며 선진국에서는 이에 대한 기술개발에 많은 연구비를 투입하고 있다. 특히 고효율의 차세대 석탄발전 기술을 달성하기 위하여 핵심장치인 집진장치, 가스정제 설비, 산소 분리기, 가스터빈, 배열회수 장치 등의 고효율화를 도모하고자 이와 관련된 세라믹 소재의 개발이 선진국을 중심으로 진행되고 있다.

본 고에서는 신재생에너지 기술 중 IGCC 기술의 개요, 시장 및 기술동향과 이에 관련된 세라믹소재에 관해 간략히 기술하였다.

2. 본 론

2.1. IGCC 기술

2.1.1. 기술 개요

Table 1. 미분탄 화력발전과 IGCC 비교

구분	미분탄 화력발전	가스화 복합발전
발전효율	37~40%	40~45%
환경오염물질	SOx : ~150 ppm NOx : ~200 ppm	SOx : 5~20 ppm NOx : 15~30 ppm
국내 기술수준 (선진국대비)	상용급 자립단계	파일럿 급 검증단계

IGCC 기술은 석탄을 고온·고압 하에서 부분 연소시켜 가스화하여 연료가스 (CO 50%, H₂ 30%)로 전환하고 부식성 가스 및 분진을 제거한 후 가스터빈의 연료로 사용하고, 가스화 되는 과정에서 발생한 열과 가스터빈 배기가스 열을 회수하여 증기를 생산하여 증기터빈을 구동하는 복합발전방식이다. IGCC의 상용설비 (600MW 급)는 송전단 열효율이 46% (HHV 기준, 습식가스정제, 1500°C급 GT)에서 48% (HHV 기준, 건식 가스정제, 1500°C급 GT) 범위로 높게 예측되고 있다. 또한 Table 1에서와 같이 대기오염물질 (황산화물, 질소산화물, 분진) 저감 및 고효율에 의한 이산화탄소 배출량 감소 등 환경보전성이 매우 우수한 발전기술이다.

IGCC 기술은 동일한 석탄을 사용하면서도 발전효율이 일반 화력발전보다 높고 환경오염물 배출이 크게 낮아 최근 차세대 석탄 발전방식으로 부각되고 있으며, 선

진국에서는 이에 대한 기술개발에 많은 연구비를 투입하고 있다. 그러나 기존 미분탄 화력 발전방식에 비해 발전 효율 및 환경오염 물질인 황·질소 산화물의 제거효율이 우수하나, 건설비가 상대적으로 높고 설계·제어 기술 확보의 어려움으로 국내에는 상용 플랜트가 아직까지 건설되지 못하였다.

IGCC 시스템은 연료와 탈황제 주입시스템, 가스화 시스템 (gasifier), 배가스 정제시스템, 발전시스템 (가스터빈, 증기터빈, reactor), 폐열회수 시스템 등으로 구성되어 있으며, Fig. 1에 IGCC에 의한 전체 공정과 다양한 에너지생산 시스템의 개념도를 나타내었다. 여기에서 연료인 석탄은 탈황제인 석회석이나 백운석과 함께 연료로 주입되어 연소되며, 고온·고압의 연소 배가스는 고온·고압 집진시스템으로 유입되어 분진입자를 포집, 제거한다. 연료로는 현재는 석탄이 가장 활발히 사용되고 있으나, 향후 추가적인 기술개발에 따라 중유, 오리밀전, 잔사유 및 바이오매스 등을 사용할 수 있어 연료의 다양화 가능이라는 장점을 가지고 있다. 그러나 다수의 공정을 통합함에 따라 설비가 복잡하고 투자비가 다소 높다는 단점도 가지고 있다.

IGCC에 필요한 공정으로는 석탄 전처리 설비, 가스화

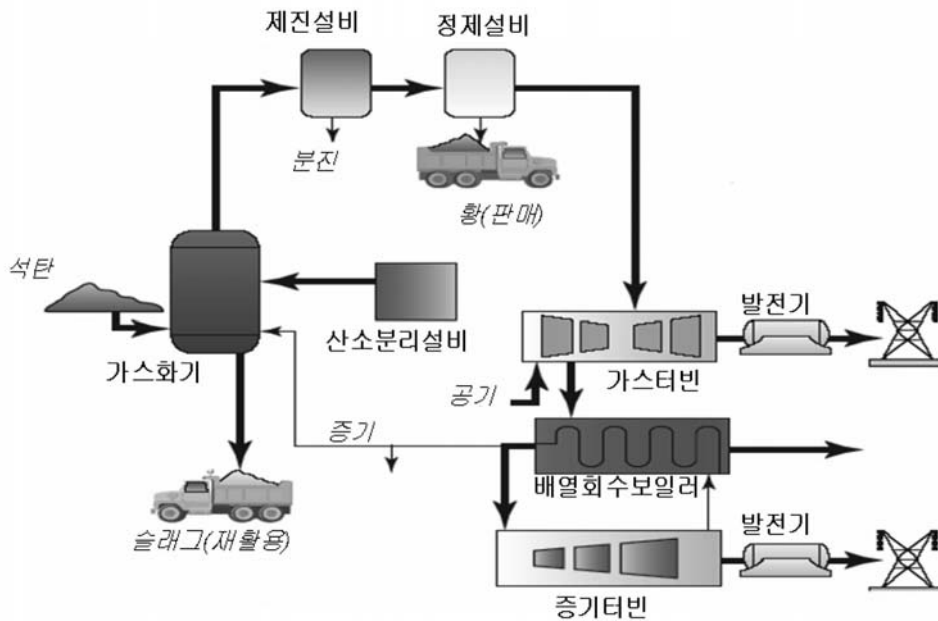


Fig. 1. 석탄가스화복합발전 (IGCC) 시스템.

기, 석탄가스 냉각기, 집진장치, 가스정제 설비, 산소 분리기, 가스터빈, 배열회수(HRSG) 및 증기터빈이 있으며, 일반적으로 가스터빈이 총 출력의 65%, 증기터빈이 35%의 전력을 생산한다.

2.1.2. 시장 및 기술 동향

가) 시장동향

석탄은 다른 화석연료와 비교할 때 가체 매장량이 풍부하다(200~400년으로 전망). 따라서 전력 수요가 계속 증가하고 있는 이 때 차세대 발전 산업인 IGCC 산업의 고도성장이 예상되고 있다. IGCC 기술은 미국, 독일, 네덜란드, 일본이 각국의 정부지원에 힘입어 차세대 환경친화적 발전기술로서 상용화 바로 전(前)단계인 실증 플랜트의 설계/건설/운전 단계에 이르렀으며, 현재 300 MW급 실증 플랜트 5기(미국 2기, 네덜란드, 스페인, 일본 각각 1기)를 포함하여 전 세계적으로 14기의 IGCC 플랜트가 운전 중에 있으며, Fig. 2에서와 같이 2014년까지 약 50기 25,500 MW의 플랜트를 건설할 계획으로 있다.

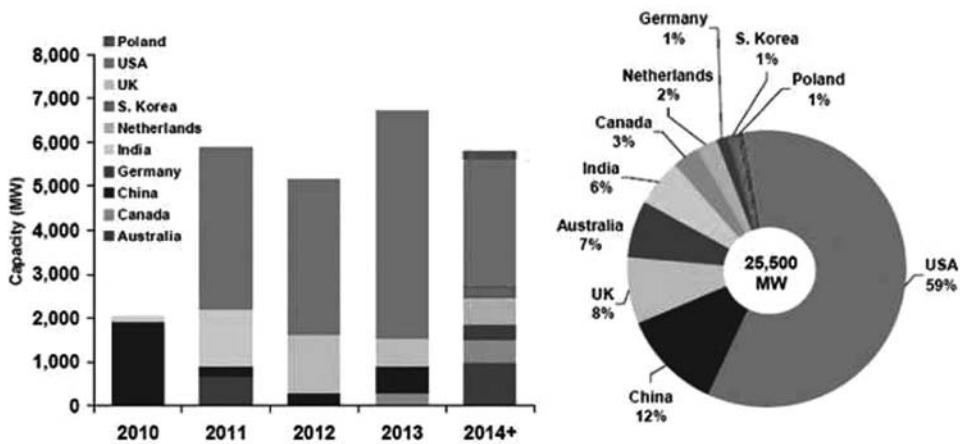
우리나라의 경우 정부에서 IGCC 발전 기술의 국내확보를 위하여 300 MW급 청정 석탄 발전소의 건설계획을 추진하고 있다. 초기에는 2003년에 건설을 시작하고자 하였으나, 2006년 12월에 되어서야 정부, 20여개 산학연

기관 및 7개 참여기업으로 구성된 IGCC 사업단이 발족되어 한국형 IGCC 기술 확보를 위한 실증플랜트 건설 프로젝트를 착수하여 2012년 건설완공을 목표로 사업이 추진되고 있다.

나) 기술동향

IGCC 발전 기술은 선진국을 중심으로 연구개발과 상용플랜트급 실증에 많은 투자를 하고 있으며, GE, Shell 등 외국 선진기업들이 핵심특허를 선점하고 있는 실정이다. 특히 미국, 독일, 네덜란드, 일본 등 IGCC 기술 선진국은 정부주도하에 다수의 실증플랜트를 건설하고 운영을 추진 중에 있다. 또한 중국의 경우에도 합성연료 생산을 목표로 지난 수년간 10기 이상의 석탄가스화 설비를 건설한 후 가동하고 있는 실정이다.

국내에서는 개념적인 연구와 벤치급(1~3톤/일 규모) 설비의 설계, 건설 및 운전기술 개발에 치중하고 있어 상용급(300 MW급) IGCC에 대한 설계, 건설 및 운전 등의 기반기술은 부족하다. '06년 12월 착수한 '300 MW 실증플랜트 사업'을 통해 핵심설비의 설계 및 제작기술과 플랜트 엔지니어링 기술을 우선적으로 확보한 후 수출용 모델을 개발코자 한다. 향후 추가적인 R&D를 통해 핵심공정의 고유기술을 확보하고, Fig. 3과 같이 중장기



Source: Emerging Energy Research

Fig. 2. IGCC 플랜트 건설 계획.

적으로 요구되는 연계기술인 CCS, 수소생산, CTL, SNG 등과 연계하여 기술개발을 할 예정이다.

2.2. IGCC용 세라믹 소재

IGCC 플랜트는 석탄가스화, 열회수, 합성가스 정제, 복합발전, 공기분리 등의 주요 설비들로 구성되어 있다. 그리고 대부분의 IGCC 설비와 단위공정은 고온·고압 및 부식성이면서 폭발성이 높은 합성가스를 취급하므로 이에 대한 적절한 세라믹 소재의 개발 및 이용이 필요하다.

또한 IGCC 연계기술은 크게 청정합성연료 (Clean-Synfuel)기술, 차세대발전 (Next-Gen)기술 및 탄소포획저장 (CCS)기술의 세 가지로 나눌 수 있다. 이러한 연계기술을 통하여 향후 장시간 에너지원으로서 가장 중요한 석탄의 청정한 이용이 확대될 것이다. 따라서 이와 같은 연계기술에 적용될 세라믹 소재를 개발할 경우 다양한 고효율의 차세대 청정발전 기술을 개발할 수 있다.

2.2.1. 집진필터

IGCC 공정 중 탈황된 가연성 석탄가스를 터빈 연소기에서 재연소 시키는 과정을 거치기 때문에 고온·고압 정밀집진 기술이 필수적으로 요구된다. 또한 집진기술의 향상에 따라 시스템의 열효율 향상뿐만 아니라 설비투자비나 운전비를 절감할 수 있기 때문에 고온·고압 조건의 합성가스 중에 함유된 미세입자상 물질 및 공해물질을 동시처리하기 위한 초고도정제 집진기술 확보나 이의 상용화 개발은 매우 중요하다.

집진용 캔들 필터는 미국과 독일을 중심으로 1980년부터 현재까지 Table 2와 같이 다양한 재질과 형상의 고온용 집진 필터로 개발되었다. 고온용 집진필터로 개발되고 있는 것은 세라믹을 이용한 집진필터와 금속재를 이용한 필터로 크게 분류할 수 있으며, 이 중에 세라믹을 이용한 경우 모노리스 및 복합체 세라믹 재질로 분류할 수 있다. 본고에서는 이들에 대하여 간략히 소개하고자 한다.

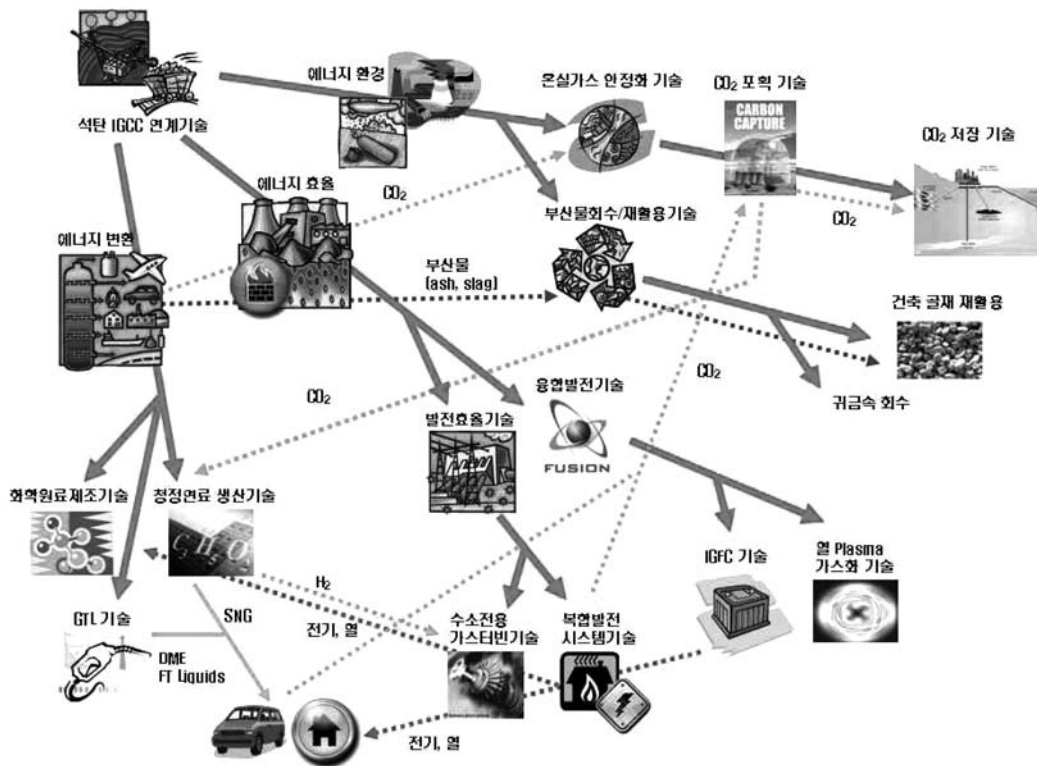


Fig. 3. IGCC 연계 공정기술.

다공성 세라믹 캔들 필터는 SWPC가 1988년부터 모노리스 및 복합체 세라믹 재질에 대하여 고온 가스 집진용 필터 소재 개발 기술현황 및 평가를 수행하였다. 현재까지 개발된 세라믹 캔들 필터는 다양한 형태의 플랜지 형상과 플랜지 및 기지상 두께와 Closed End Cap 형상을 갖는 제품으로 개발되어 있다 (Fig. 4 참조). 이들의 대표적인 차이점은 1.5m 길이 제품을 기준으로 제품 중량이며, 모노리스 캔들 필터의 경우 약 3.6~5.5kg의 범위이며, 단섬유 (chopped fiber)나 필라멘트 와인딩 (filament winding) 또는 섬유강화 복합체 (CFCC) 재질의 경우에는 0.9~2.3kg의 범위를 하고 있다. 이와 같은 다양한 형태의 플랜지 형상은 집진장치에 설치하기 위한 가스킷 씬과 내하중성 (load bearing capability) 및 플랜지 부분의 적용온도 (process temperature strength)에 따라 다양한 형태를 취하고 있다.

모노리스 산화물계 세라믹 필터는 1980년대 미국의 Coors Ceramic Company에서 개발된 이후, 1990년대에는 cross flow filter와 sheet filter를 개발하는 기술로 발전되었다. 그러나 고온의 열충격에 의한 파괴로 인하여

그 사용이 제한되게 되었다. 이러한 모노리스 산화물계 세라믹 필터의 단점을 보완하고자 독일의 Schumacher, 미국의 Pall Advanced Separations 및 IF&P 등에서는

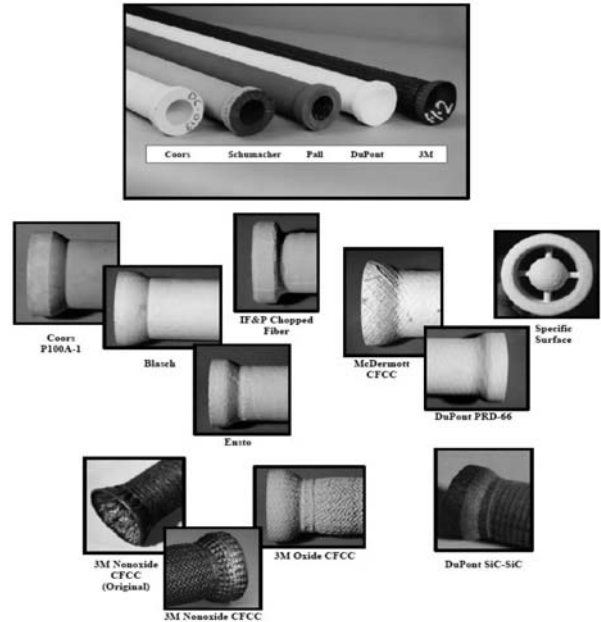


Fig. 4. 현재까지 개발된 세라믹 캔들 필터의 플랜지 형상.

Table 2. 고온 입자상 물질 집진용 세라믹 캔들 필터 및 집진시스템 제조기술 보유 업체

Monolithic Ceramics	Continuous Fiber Reinforced Ceramic Composites (CFCC)	Metal, Advanced Alloys & Intermetallics
<ul style="list-style-type: none"> Coors P-100A-1 Alumina/Mullite Pall Clay Bonded Silicon Carbide (442T, 326, 181) Schumacher Clay Bonded Silicon Carbide (F40, FT20) GTE Cordierite & Cordierite-Silicon Nitride AiResearch Reaction Bonded and/or Sintered Silicon Nitride Ansto Alumina Blasch Mullite Bonded Alumina Specific Surface Cordierite IF&P Recrystallized SiC 	<ul style="list-style-type: none"> McDermott Oxide-Based CFCC Techniweave Oxide-Based CFCC 3M CVI-SiC DuPont SiC-SiC Textron Nonoxide-Based CFCC Americom Oxide-Based CFCC 3M Oxide-Based CFCC 	<ul style="list-style-type: none"> 310S Inconel 600 Hastelloy X Iron Aluminide Fecralloy Haynes 230 Haynes 214 Haynes 556 Haynes 188
<p>Vacuum Infiltrated Chopped Fibers</p> <ul style="list-style-type: none"> IF&P (Fibosic™) Scapa (Foseco) 	<p>Filament Wound</p> <ul style="list-style-type: none"> DuPont PRD-66 	
<p>Reticulated Foam</p> <ul style="list-style-type: none"> Ultramet CVI-SiC Selee Oxide-Based Foam 	<p>Technology Development and Characterization Goals</p> <ul style="list-style-type: none"> System Retrofit Capabilities Achievement of Design and Materials Specifications Achievement of Performances Specifications Matrix and Component Operational Stabilities QA/QC manufacturing Capabilities Commercial Production Capabilities Initial and Life Cycle Cost Effectiveness 3-Years Warranted Life 	

고온에서 열전도도가 우수하며, 부식저항성이 좋은 비산화물계 모노리스 세라믹을 이용한 집진필터를 개발하였다.

모노리스 세라믹 필터 경우, 고온에서의 퇴화로 인한 열충격저항성의 약화를 oxide-based fiber를 보강재로 이용한 복합재료의 개발하고자 진행되었다. DuPont (현재 GE Power System)사에서는 PRD-66 이름의 캔들 필터를 개발하였다. McDermott사에서는 Nextgel 610 fiber (alumina filament bundle), Safil chopped fiber (95~96% alumina, silica)와 alumina matrix를 사용하여 필라멘트 와인딩 공정으로 연속상 섬유강화 세라믹 복합체 (CFCC) 재질의 고온 집진필터를 개발하였다.

그러나 다공성 세라믹 캔들 필터의 경우 특정 소재에 관계없이 고온 고압의 분위기에서 소재의 특성에 따른 개선사항 및 문제점이 지적되고 있으며, 이에 대한 우선적인 해결방안을 확립하는 것이 차세대 초청정 발전용 (FutureGen) 집진필터의 상용화를 달성하는 것이라 할 수 있다.

따라서 저급의 석탄을 원료로 이용하여 오염물질 (PM, SOx, CO₂, Hg 등) 배출없이 발전과 수소를 동시에 생산할 수 있는 석탄신공정인 석탄가스화복합발전 시스템에서 발전 및 가스정제 설비의 구성부품 중 전체 성능을 좌우하는 핵심 원천소재의 개발은 매우 중요한 기술이다.

2.2.2. 고온용 세라믹 열교환기

연소공기를 예열시켜 에너지를 절약하는 방법 중 단순하고도 가장 좋은 방법은 열교환기를 사용하여 고온 배가스로부터 열교환된 연소공기를 버너에 공급하는 것이다. 연료연소를 위한 예열공기 온도를 상온보다 650~700°C 정도로 높이면 20% 이상의 연료절감이 가능하며 800°C 정도로 높이면 약 30~40%, 1100°C로 높이면 50~55%의 연료절감이 가능하다.

그러나 현재 널리 사용되고 있는 내열금속강재 열교환기의 경우 (stain-less steel, 내열합금강 등) 800~900°C 이상에서는 모두가 산화, 부식, creep 등으로 인하여 그 사용이 제한되고 있는 실정이다. 또한 연소가스 중에는 연료성분 중의 불순물로 인하여 화학적 침식작용을 일으

키는 부식성의 산화물 염이 발생되므로 금속재료의 부식 문제는 더욱 심각한 문제로 대두되고 있다. 따라서 70년대 oil shock 이후 선진국에서는 폐열회수를 통한 에너지 절약의 일환으로, 고온에서의 부식문제, 열간강도 등의 문제를 해결할 수 있는 세라믹 재료에 관심을 갖게 되었고 Fig. 5와 같은 세라믹 열교환기 개발에 많은 연구를 투자하고 있다.

세라믹 열교환기는 모든 부품이 세라믹 재료로서 구성되어 있으며 배기가스 온도가 높으면서 부식성 물질이나 부식성 가스를 많이 함유하고 있는 요·로 및 가스터빈 등의 폐열회수에 주로 응용되고 있다. 고온용 세라믹 열교환기는 코디어라이트질, 물라이트질, 지르콘질, 알루미나질, 사이알론질, 질화규소질, 탄화규소질 또는 복합재료로 된 세라믹 소자를 이용하여 미국, 영국, 서독, 일본 등을 중심으로 연구개발 되었고 일부상품화 되고 있다. 특히 1000~1500°C 사이의 고온폐열 회수를 위한 세라믹 소재로는 비산화물계의 탄화규소질 (SiC) 및 산화물계의 고순도, 초미립으로 된 알루미나질 (Al₂O₃)이 적합한 것으로 나타났으며, 이중 SiC 소재는 내열성, 내식성, 내열충격성, 열전도성 등 열교환기에 요구되는 모든 특성들을 갖고 있기 때문에 고온용 세라믹 열교환기 재료로는 가장 우수한 재질임이 평가 보고되고 있다.

최근 세라믹 고유의 취성파괴의 단점을 개선하여 세라믹의 신뢰도를 향상시키고자 세라믹섬유강화 복합재료를 이용하여 열교환기를 제작하는 연구가 미국, 독일 등에서 진행되고 있다. 즉, near-net-shape의 제조가 가능하

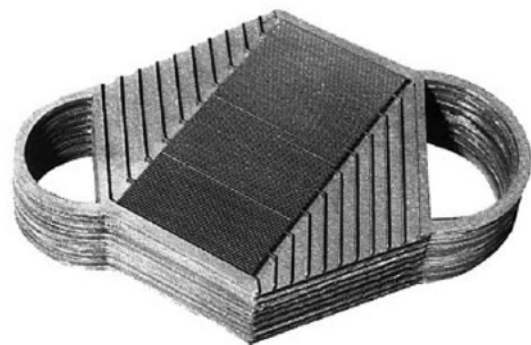


Fig. 5. 미국 Allied Signal 사에서 개발된 compact palte-fin ceramic recuperator.

고 제조공정 온도가 낮은 복합재료 제조방법인 용융침침법 (melt infiltration), 화학증착침침법 (chemical vapor infiltration) 및 용융금속산화법 (directed oxidation method of molten metal) 등의 개발이 이루어지고 있다. 이러한 세라믹섬유강화 복합재료 제조기술의 달성으로 인하여 고온, 고압에서 사용 가능한 세라믹 열교환기를 사용할 경우 약 50% 이상의 열효율 증가를 가져올 것으로 보고 되고 있다.

2.2.3. 산소 분리막

OTM (Oxygen Transport Membrane, 산소투과분리막)은 고온 (650~1000°C)에서 세라믹스의 이온전도특성을 이용하여 공기로부터 순수한 산소를 분리하는 기술로서, 순산소 연소 및 연료개질 공정에 필수적으로 요구되는 고순도 산소를 경제적으로 공급할 수 있는 미래형 산소제조 기술이다.

또한 석탄가스화 공정의 효율을 현재보다 향상시키기 위해서는 순산소 공급방식으로 전환되어야 하며, 이를 위해 고순도 산소를 경제적으로 공급할 수 있는 장치가 필수적이다.

산소를 제조하는 공정에는 PSA법, 심냉법, 막분리법 등이 있으며, 발전 장치에 산소를 공급하기 위한 대규모 공정에는 심냉법이 기존에 주로 사용되었다. 그러나 [Fig. 6]과 같은 OTM 공정을 이용한 산소제조법은 고순도의 산소를 요구하는 대규모 장치에 적용될 경우에 경제적이며, 기존에 사용되는 심냉법 (cryogenic method)

에 비하여 장치 설치비가 1/3 수준이고 전력요구량을 35% 절감할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

특히 OTM을 이용한 산소분리 장치가 IGCC 등의 고온, 고압 시스템에 연계될 경우에, 가스화 장치와 동일한 온도에서 작동하는 가스터빈으로부터 나오는 고온의 압축공기를 OTM에 이용할 수 있기 때문에 효율이 극대화되며, 또한 고온에서 작동되는 고체산화물 연료전지 (SOFC)와 연계시켜 사용될 경우에 배기열이 공기를 예열시키는 데 이용될 수 있으므로, 가스터빈과 결합하여 높은 효율을 얻을 수 있게 된다.

현재 고온 산소분리막은 미국 DOE의 주도하에 일찍이 연구를 수행중인 Praxair Inc.와 Air Products & Chemicals Co.에서 기반기술 및 지적재산권을 선점하고 있다. 국내에서도 페롭스카이트계 OTM에 대한 연구가 진행중에 있으나, 핵심 기술의 선점 등을 고려할 때 청정 발전 시스템을 위한 OTM 관련 핵심기술의 개발이 절실한 실정이다.

미국 DOE Vision 21 Program 및 NETL 에서는 산소분리용 멤브레인을 미래 환경친화적인 에너지 플랜트의 핵심기술 중의 하나로 선정하였으며, 화석연료를 이용한 초청정 에너지 공정의 요소기술인 가스분리의 핵심기술로서 이온 전도성 산화물을 이용한 산소분리용 멤브레인을 개발하고 있다.

Praxair는 석탄화력발전소로부터 CO₂를 회수하기 위해 OTM을 이용한 순산소 연소 기술로서 [Fig. 7]과 같은 장치와 공정기술을 이용하고 있는데, OTM 기술을 적

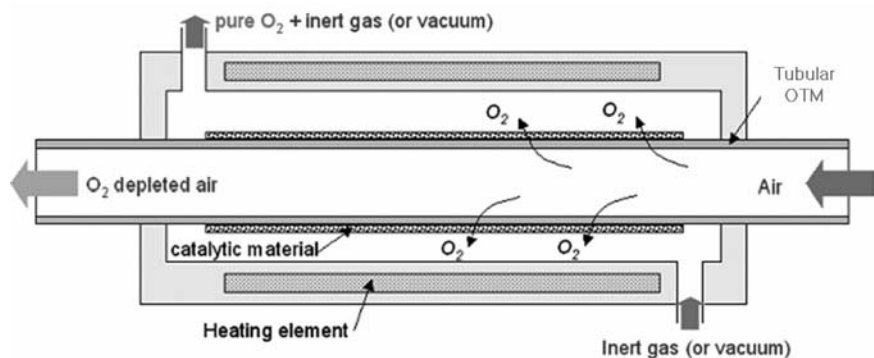


Fig. 6. 튜브형 OTM을 이용한 산소분리공정의 모식도.

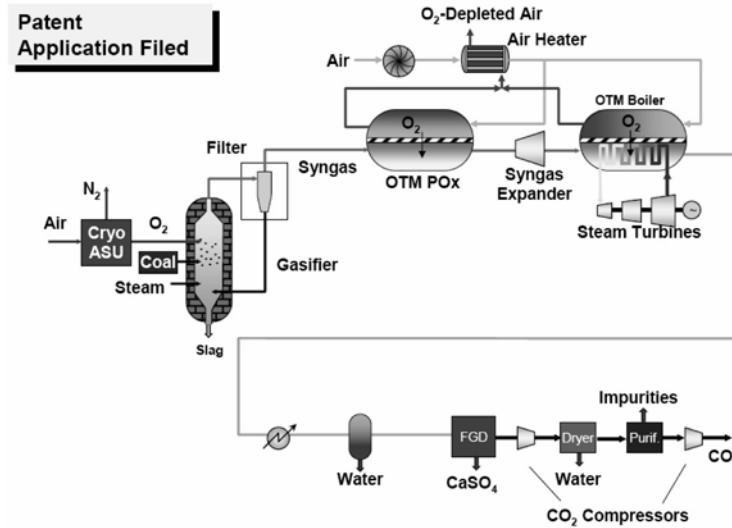


Fig. 7. CO₂ 회수가 연계된 석탄가스화장치에서 OTM의 이용.

융합으로써 100%에 가까운 CO₂ 회수율을 얻을 수 있으며, 심냉법에 비해 70% 이상의 산소분리 공정의 전력을 절감할 수 있을 것으로 분석되고 있다.

DOE / Air Products 연구개발은 1999년에 시작되었으며, 11년간 1억5천만달러 (1300억원 정도)의 연구비를 사용하고 있으며, 현재 0.5 TPD급 분리막 모듈을 제작하는 기술을 확보하였다. 공동연구팀으로는 GE Energy, Siemens, Ceramtec, Eltron Research, SOFCoEFS 등과 펜실베니아대학 등이 참여하고 있다. 1단계에서는 기술의 적용가능성을 평가하여, 0.1 TPD급을 제조하였으며, 2단계에서는 1-5 TPD급 프로토타입 모듈을 제작하고 있으며, 3단계로서 상업화 전단계로서 25 TPD급 시스템의 제작을 계획하고 있다.

3. 결 론

에너지 고갈 및 지구환경 문제의 심각화에 따라 세계 각국들은 그린에너지 기술개발을 통하여 탄소의존형 경제 패러다임에서 벗어남과 더불어 향후 시장 선점을 위해 국가별로 전략적 대응을 강구하고 있다. 소요에너지의 전량을 수입에 의존하고 있는 우리나라의 경우 신재생 관련 에너지 기술은 정부의 주도하에 저탄소 녹색성

장을 이루기 위한 가장 중요한 동력원으로 추진되고 있는 기술이다. 특히 정부는 2008년 현재 2%에 불과한 신재생에너지 사용 비율을 2030년에는 11%, 2050에는 20% 이상 사용하는 것을 목표로 하고 있다.

신재생에너지 분야에 있어서 대부분 선진국에 비해 기술의 열세를 갖고 있지만, IGCC 분야는 우리나라가 세계 최고의 플랜트 제조기술을 확보하고 있다. 따라서 이 분야에 대한 집중 육성이 필요한 시점이다. 특히 IGCC 시스템을 구성하는 가장 핵심적인 원천기술 중 하나인 집진필터 등은 우리나라가 IGCC 분야의 선도 역할을 할 수 있도록 하는 원동력이 될 것이며, 또한 우리나라의 소재산업을 활성화시킬 수 있는 경제·산업적으로 매우 중요한 기술이라 판단된다.

감사의 글

본고는 지식경제부 에너지융복합연구사업 (ETI사업)의 지원을 받아 작성되었음에 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. "Filter Component Assessment - Ceramic Candles" (DOE/NETL Contract No. DE-AC21-94MC31147,

- April 23, 2004.
2. Koichi Sakamoto, Gasification Technologies Conference Paper (2007).
 3. "Final Report Environmental Footprints and Costs of Coal-Based Integrated Gasification Combined Cycle and Pulverized Coal Technologies," EPA report, 2006.
 4. Bryan D. Forster, "Ceramics in Heat Exchangers", pp. 49~50, ACS Columbus, Ohio, 1985.
 5. G.C.Wei, et al "Evaluation of Tubular Ceramic Heat Exchanger Materials in Residual Oil Combustion Environment", ORNL/TM-7578 (1981).
 6. Paul N. Dyer, R. E. Richards, S. L. Russ, D. M. Taylor, "Ion Transport Membrane Technology for Oxygen Separation and Syngas Production," *Solid State Ionics*, **134** 21 (2000).

●● 우상국



- 1978. 연세대학교 요업공학과 학사
- 1987. 한국과학기술원 무기재료공학과 석사
- 1994. 한국과학기술원 무기재료공학과 박사
- 2004. 한국에너지기술연구원 에너지신소재연구부 부장/센터장
- 2005. 한국에너지기술연구원 에너지재료연구센터 센터장
- 2007. 한국에너지기술연구원 융복합재료연구센터 책임연구원
- 현재. 한국에너지기술연구원 선임연구본부장

●● 김세영



- 2003. 한국항공대학교 항공재료공학과 학사
- 2005. 한국항공대학교 항공재료공학과 석사
- 2006. 하이닉스반도체 공정연구원
- 현재. 한국에너지기술연구원 반응분리소재연구센터 연구원
KAIST 신소재공학과

●● 홍기석



- 1986. 대전공업대학교 금속공학과 학사
- 1994. 청주대학교 공업재료과 석사
- 현재. 한국에너지기술연구원 반응분리소재센터 책임기술원

●● 서두원



- 1991. 한밭대학교 무기재료공학과 학사
- 1996. 배재대학교 무기재료공학과 석사
- 현재. 한국에너지기술연구원 반응분리소재연구센터 선임기술원